



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 101 28 500 C 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 02 B 31/06

21 Aktenzeichen: 101 28 500.0-13  
22 Anmeldetag: 12. 6. 2001  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 6. 2. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Spicher, Ulrich, Prof. Dr.-Ing., 76863 Herxheim, DE  
74 Vertreter:  
BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München

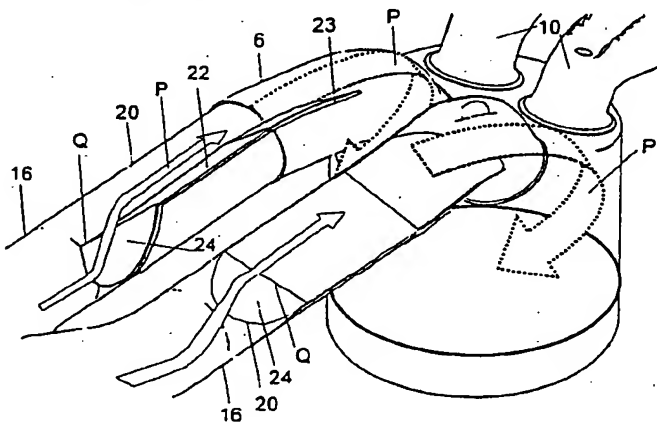
72 Erfinder:  
Gindele, Jörg, 74206 Bad Wimpfen, DE; Fischer,  
Jürgen, 76137 Karlsruhe, DE; Nauwerck, Andreas,  
76356 Weingarten, DE; Pfeil, Jürgen, 74211  
Leingarten, DE; Spicher, Ulrich, 76137 Karlsruhe,  
DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 199 42 169 A1  
DE 198 56 309 A1  
DE-Z.: MTZ 61 (2000) S. 758-763;

54 Leitsystem für in die Zylinder einer Brennkraftmaschine einzubringendes Fluid

57 Leitsystem für in die Zylinder (2) einer Brennkraftmaschine einzubringendes Fluid, wobei jeder Zylinder mindestens zwei Einlaßventile (8) aufweist, jedem Einlaßventil ein gesonderter Einlaßkanal (6, 16, 20) für das Fluid zugeordnet ist, in jedem Einlaßkanal ein Leitelement (22) installiert ist, das die Strömung in zwei Teilströme unterteilt, und stromaufwärts von jedem Leitelement eine Klappe (24) vorgesehen ist, die um eine zur Hauptströmungsachse (H) senkrechte Querachse (Q) zum Drosseln eines der beiden Teilströme bis maximal zu dessen vollständiger Absperrung schwenkeinstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente (22) um die Hauptströmungsachsen (H) der Einlaßkanäle (6, 16, 20) gegenläufig zueinander verdrehbar angeordnet sind, so daß die Teilströme in Richtung zu den voneinander abgewandten Seiten der Einlaßventile (8) in den Zylinder (2) geleitet werden.



DE 101 28 500 C 1

DE 101 28 500 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Leitsystem für in die Zylinder einer Brennkraftmaschine einzubringendes Fluid mit den Merkmalen des Oberbegriffs der Ansprüche 1 und 8.

[0002] Aufgrund zunehmender Umweltbelastung und aufgrund der steigenden Kraftstoffpreise verlangen der Gesetzgeber und die Verbraucher fortwährend Minderungen sowohl des Kraftstoffverbrauchs als auch der Schadstoffemissionen von Kraftfahrzeugen. Deshalb wird seit einigen Jahren intensiv die Entwicklung von Ottomotoren mit Direkt-einspritzung (im folgenden kurz "DI-Ottomotoren" genannt) vorangetrieben. Insbesondere bei DI-Ottomotoren ist die Zylinderinnenströmung des meist über zwei Einlaßventile in den Zylinder eingeführten Fluids maßgebend für die Gemischaufbereitung im Zylinder. Bereits während der Einlaßphase existieren erhebliche Unterschiede in der Strömungsstruktur und -geschwindigkeit, die zu zyklischen Schwankungen der Fluidströmung führen, welche die Gemischaufbereitung stören.

[0003] Ein bekanntes Ladungsbewegungskonzept für DI-Ottomotoren ist gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 8 mit dem sogenannten Tumble-Brennverfahren verwirklicht (MTZ-Motortechnische Zeitschrift, 61 (2000), Aufsatz S. 758 bis 763 "Tumble-Brennverfahren für DI-Ottomotoren" von P. Wolters, J. Geiger und H. Baumgarten). Hierbei ist der Einlaßkanal für das in den Zylinder einzubringende Fluid durch eine fest installierte Wand horizontal unterteilt, und dieser fest installierten Unterteilung ist eine durch ein Schaltsystem steuerbare Klappe vorgeschaltet, welche eine Teildeaktivierung des Einlaßkanales bewirkt.

[0004] Eine "Tumble"-Bewegung bedeutet in der Fachsprache eine rotierende Strömungsbewegung des Fluids im Zylinder um eine horizontale Achse während eine "Drall"-Bewegung eine rotierende Bewegung um eine vertikale Achse (parallel zur Zylinderachse) meint.

[0005] Aus der DE 198 56 309 A1 ist ein Leitsystem gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 8 bekannt, bei dem im Zylinder eine Tumble-Bewegung des Fluidgemisches dadurch bewirkt ist, daß jedes Teilelement seinen Einlaßkanal im wesentlichen senkrecht zur Hochachse des Zylinderkopfes schneidet und auf einem Lagerelement gelagert ist, das in der Ebene eines Flansches liegt, über welchen ein Luftansaugkanal an den Zylinderkopf angeschlossen ist.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Leitsystem der im Oberbegriff der Ansprüche 1 und 8 genannten Art so auszugestalten, daß zyklische Schwankungen der Fluidströmung minimiert und eine stabile Tumble- und/oder Drallbewegung der Fluidströmung im Zylinder zum Zündzeitpunkt erreicht wird.

[0007] Diese Aufgabe ist durch Patentanspruch 1 und alternativ durch Patentanspruch 8 gelöst.

[0008] Bei einem Leitsystem gemäß der Erfindung sind die Leitelemente so in den jeweiligen Einlaßkanälen angeordnet, daß die in den Zylinder einströmenden Teilströme sich nicht störend beeinflussen, sondern überwiegend in Richtung zu den voneinander abgewandten Seiten der Einlaßventile in den Zylinder strömen. Dies minimiert zyklische Schwankungen und erzeugt eine stabile Tumble- oder Drallbewegung während der Kompressions- und Zündphase.

[0009] Die Leitelemente können alternativ fest, d. h. im Betrieb nicht verstellbar, oder im Betrieb einstellbar in den Einlaßkanälen installiert sein, wie sich dies aus den Patentansprüchen 8 oder 1 ergibt.

[0010] Der Vorteil einer festen Installation der Leitelemente liegt im einfachen, robusten Aufbau, wobei gleichwohl die Leitelemente aufgrund ihrer zueinander gegensinnig

verdrehen bzw. verdrehbaren Anordnung die gewünschte Wirkung haben.

[0011] Bevorzugt ist dabei, daß die Leitelemente von einem in einem vorgeschalteten Sammelkanal angeordneten Leitblechabschnitt abzweigen und in entgegengesetzte Richtungen spiegelbildlich zueinander unter räumlicher Verwindung in die Einlaßkanäle des Zylinderkopfes hinein so abgebogen sind, wie dies beispielsweise in den Fig. 8 bis 12 gezeigt ist.

[0012] Eine an jeden Betriebspunkt anpaßbare Einstellung des Leitsystems wird durch eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung gemäß Patentanspruch 1 erreicht, bei der die Leitelemente um die Hauptströmungsachsen der Einlaßkanäle mittels einer Stellvorrichtung um begrenzte Verdrehwinkel gegenläufig zueinander verdrehbar sind, wobei die Verdrehwinkel einander entgegengesetzt im Bereich zwischen 0° und 60°, vorzugsweise bei 30°, bezüglich einer der Achsen beider Einlaßkanäle enthaltenden Ebene liegen. Diese Weiterbildung der Erfindung ermöglicht es, abhängig vom Betriebspunkt für die Gemischbildung und Verbrennung jeweils optimale Strömungsverläufe im Zylinder zu erzeugen.

[0013] Eine konstruktive Ausgestaltung dieser Weiterbildung ist in Anspruch 7 angegeben.

[0014] Der Einsatz eines Leitsystems nach der Erfindung ist nicht auf DI-Ottomotoren beschränkt. Er kann durchaus auch bei Brennkraftmaschinen anderer Bauart, wie bei herkömmlichen Ottomotoren mit Gemischbildung außerhalb des Zylinders oder bei Dieselmotoren sinnvoll sein.

[0015] Die Erfindung ist im folgenden anhand schematischer Zeichnungen an Ausführungsbeispielen mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Es zeigen:

[0016] Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer ersten Ausführung der Erfindung, wobei der Klarheit halber nur ein Zylinder, nicht aber der ebenfalls vorhandene Zylinderkopf dargestellt sind;

[0017] Fig. 2 einen Achsschnitt durch ein Leitsystem nach Fig. 1, hier mit dem ebenfalls geschnitten dargestellten Zylinderkopf und Zylinder;

[0018] Fig. 3 ein Rohrstück des Leitsystems nach Fig. 2;

[0019] Fig. 4 einen Querschnitt durch zwei parallele Rohrstücke des Leitsystems nach den Fig. 1 und 2 längs der Linie IV-IV in Fig. 3;

[0020] Fig. 5 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführung eines Leitsystems gemäß der Erfindung mit Blickrichtung auf die Seite des nur angedeuteten Zylinderkopfes;

[0021] Fig. 6 einen schematischen Schnitt durch das Leitsystem nach Fig. 5 nach der Linie VI-VI;

[0022] Fig. 7 einen schematischen Schnitt nach der Linie VII-VII in Fig. 6;

[0023] Fig. 8 und 9 perspektivische Ansichten in unterschiedlichen Richtungen eines Leitblechs, wie es in dem Leitsystem nach Fig. 5 bis 7 eingesetzt ist;

[0024] Fig. 10 bis 12 eine Seitenansicht, eine Draufsicht und eine Stirnansicht des Leitblechs;

[0025] Fig. 13 und 14 perspektivische Innenansichten von zwei transparenten Zylindern mit zwei Einlaßventilen und unterschiedlicher herkömmlicher Fluid-Einlaßströmung und

[0026] Fig. 15 in einer Darstellung wie in Fig. 13 und 14 die Einlaßströmung bei Einsatz eines Leitsystems gemäß der Erfindung.

[0027] In den Figuren sind gleiche Teile durchgehend mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0028] In den Fig. 1 und 2 sind ein Zylinder 2 und ein Zylinderkopf 4 einer Brennkraftmaschine angedeutet. Der Zylinderkopf 4 enthält zwei Einlaßkanäle 6 für den oder jeden

Zylinder 2, die durch Einlaßventile 8 gesteuert sind, sowie zwei Auslaßkanäle 10, die durch Auslaßventile 12 gesteuert sind. Etwa mittig zum Zylinder und zwischen den Kanälen 6 und 10 ist eine Zündkerze 14 angeordnet.

[0029] An die Einlaßkanäle 6 im Zylinderkopf 4 schließen äußere Einlaßkanäle 16 an, die von einem gemeinschaftlichen, die gesamte Ansaugluft für den Zylinder 2 führenden Sammelkanal 18 abzweigen. Die äußeren Einlaßkanäle 16 haben jeweils einen Rohrabchnitt 20, der um seine Längsachse H, d. h. die Hauptströmungsachse, mittels einer nicht gezeigten Stellvorrichtung abhängig von dem maßgebenden Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine (Drehzahl, Last) dreheinstellbar ist. In jedem Rohrstück ist ein Leitsystem, umfassend ein Leitblech 22 und eine Klappe 24 vorgesehen, welches die Strömung im Sammelkanal in zwei Teilströme unterteilt. Das Leitblech 22 ist im drehbaren Rohrabchnitt 20 befestigt. Es ragt mit einem ablaufenden Abschnitt 23 in den Einlaßkanal 6 im Zylinderkopf 4 hinein, wobei dieser ablaufende Abschnitt 23 der Krümmung des Einlaßkanals 6 folgend gebogen ist.

[0030] Jede Klappe 24 ist um eine zur Hauptströmungsachse H senkrechte Querachse Q schwenkeinstellbar, beispielsweise bis zu einem Winkel von 45° (gestrichelt gezeichnet) gegenüber einer Horizontalstellung (durchgezogen gezeichnet). In der durchgezogen gezeichneten Stellung behindert die Klappe 24 die Strömung nicht, so daß beide durch das Leitblech 22 abgeteilten Teilkanäle ungehindert durchströmt werden, während in der gestrichelt gezeichneten 45°-Position die Klappe 24 den Teilbereich des Einlaßkanals unterhalb des Leitbleches 22 vollständig absperrt, so daß die gesamte Fluidströmung den Teilbereich oberhalb des Leitbleches 22 passieren muß, was zu einer höheren Geschwindigkeit und damit erhöhter kinetischer Energie der Strömung führt.

[0031] Der Verdrehwinkel  $\alpha$  des Rohrabchnitts (vgl. Fig. 4) liegt zwischen 0° und 60°, vorzugsweise bei etwa 30° bezüglich einer die Achsen beider Einlaßkanäle enthaltenden Ebene E, wobei die Verdrehung wie aus den Fig. 1 und 4 ersichtlich, gegenläufig ist.

[0032] Die geschwungenen Pfeile P in Fig. 1 bezeichnen die Einlaßströmung im Betrieb bei der gezeigten Verdrehstellung der Rohrabchnitte 20 und bei der die unteren Teilbereiche der Einlaßkanäle sperrenden (in Fig. 2 und 3 gestrichelten) Stellung der Klappen 24.

[0033] Es ist ersichtlich, daß die Einlaßströmung über die Ventilaußenseiten, d. h. die voneinander abgewandten Seiten der Ventile erfolgt. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Fig. 15 verwiesen, welche eben diese Einlaßströmung in Richtung der Pfeile P zeigt, die zu einer Einlaßströmung mit vernachlässigteren zyklischen Schwankungen zur Bildung einer stabilen Tumble- und/oder Drallwalze führt.

[0034] Bei der Ausführung nach den Fig. 1 bis 4 ist ein (nicht gezeigter) Verstellmechanismus für die Klappe zum Verändern der Schwenkstellung der Klappe 24 um die Querachse Q sowie ein weiterer Verstellmechanismus für die Rohrabchnitte 20 erforderlich, der es ermöglicht, das Leitsystem selbsttätig in Anpassung an den jeweiligen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine zu verstellen. Dies sorgt für eine optimale Einlaßströmung in den Zylinder unter allen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine.

[0035] Die im folgenden beschriebene Ausführung nach den Fig. 5 bis 12 ist insofern konstruktiv einfacher, als nur die Klappe 24 zu verstellen ist, während die Leitelemente 122 Teil eines einzigen, in den Figuren mit 120 bezeichneten Leitbleches bilden. Der Aufbau dieses Leitbleches ist aus den Fig. 8 bis 12 erkennbar. Danach sind die Leitelemente 122 von zwei nach unten und oben spiegelbildlich zueinander in entgegengesetzte Richtungen abgebogenen Blechtei-

len gebildet, die durch einen Schlitz 124 unterteilt und von einem gemeinsamen ebenen Leitblechabschnitt 121 in die Einlaßkanäle 6 im Zylinderkopf 4 in entgegengesetzte Richtungen hineingebogen sind. Die Blechteile 122 haben somit je einen oberen Zipfel 123 und einen unteren Zipfel 125 und sind zwischen diesen Zipfeln von der ebenen Kante 126 des Leitblechabschnittes 121 weg räumlich verwunden.

[0036] Die Darstellungen gemäß den Fig. 13 bis 15 zeigen die Einlaßströmungen in einen transparent gedachten Zylinder 2 über die beiden geöffneten Einlaßventile 8 hinein, wobei das Einlaßfluid bei dem jeweils links dargestellten Einlaßventil 8 durch grau getönte Pfeile und bei dem jeweils rechts dargestellten Einlaßventil 8 durch schwarz getönte Pfeile symbolisiert dargestellt ist. Bei dem Zylinder 2 gemäß Fig. 13 ist kein Leitsystem vorgesehen, so daß ein Einlaßfluid jeweils über den Einlaßkanal 6 gleichförmig um das Einlaßventil 8 herum in den Zylinder 2 einströmt. Hierbei entstehen aufgrund des Aufeinandertreffens der Einlaßströme, insbesondere auf den einander zugewandten Seiten der beiden Ventile 8, störende Turbulenzen, welche zu den erwähnten Instabilitäten der Strömungsstruktur im Zylinder führen und die Strömungsverhältnisse in der anschließenden Kompressionsphase negativ beeinflussen.

[0037] Bei dem Zylinder 2 gemäß Fig. 14, bei dem ein Leitsystem nach dem in der Beschreibungseinleitung diskutierten Stand der Technik verwirklicht ist, wird zwar die kinetische Energie der Gasbewegung während der Einlaß- und Kompressionsphase deutlich erhöht. Eine Verwirbelung der aufeinandertreffenden Einlaß-Teilströme auf den aneinander zugewandten Seiten der Ventile 8 findet jedoch nach wie vor statt, so daß auch hier frühzeitig die stabilisierenden Turbulenzen erzeugt werden.

[0038] Fig. 15 zeigt die Strömungsverhältnisse in einem Zylinder 2 mit einem Leitsystem gemäß der Erfindung, wobei die Klappen 24 in der gestrichelt in den Figuren dargestellten Schließstellung sind. Somit werden die durch das Leitsystem eingelassenen Teilströme hoher Energie praktisch ausschließlich über die voneinander abgewandten Seiten der Ventile 8 in den Zylinderinnenraum geleitet, um eine stabile Tumble-Walze im Inneren des Zylinders zu bilden, ohne daß es zu Verwirbelungen im Bereich der einander zugewandten Seiten der Ventile 8 kommt. Dies führt zu den gewünschten stabilen Strömungsverhältnissen im Zylinder in der Kompressionsphase und bei der Zündung.

[0039] Die in der obigen Beschreibung, den Figuren und den Ansprüchen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung von Bedeutung sein.

#### Patentansprüche

1. Leitsystem für in die Zylinder (2) einer Brennkraftmaschine einzubringendes Fluid, wobei jeder Zylinder mindestens zwei Einlaßventile (8) aufweist, jedem Einlaßventil ein gesonderter Einlaßkanal (6, 16, 20) für das Fluid zugeordnet ist, in jedem Einlaßkanal ein Leitelement (22) installiert ist, das die Strömung in zwei Teilströme unterteilt, und stromaufwärts von jedem Leitelement eine Klappe (24) vorgesehen ist, die um eine zur Hauptströmungsachse (H) senkrechte Querachse (Q) zum Drosseln eines der beiden Teilströme bis maximal zu dessen vollständiger Absperrung schwenkeinstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente (22) um die Hauptströmungsachsen (H) der Einlaßkanäle (6, 16, 20) gegenläufig zueinander verdrehbar angeordnet sind, so daß die Teilströme in Richtung zu den voneinander abgewandten Seiten der Einlaßventile (8) in den Zylinder (2) geleitet werden.

2. Leitsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Klappe (24) abhängig vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine schwenkeinstellbar ist.
3. Leitsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente (22) in Hauptströmungsrichtung (F) einer Krümmung der Einlaßkanäle (6) folgend gebogene Abschnitte (23) haben. 5
4. Leitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente um die Hauptströmungsachsen (H) der Einlaßkanäle um begrenzte Verdrehwinkel ( $\alpha$ ) gegenläufig zueinander abhängig vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine dreheinstellbar sind. 10
5. Leitsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdrehwinkel ( $\alpha$ ) im Bereich zwischen  $0^\circ$  und  $60^\circ$ , vorzugsweise bei etwa  $30^\circ$ , bezüglich einer die Achsen der beiden Einlaßkanäle enthaltenden Ebene (E) liegen. 15
6. Leitsystem nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß jede Klappe (24) zu einer gemeinsamen Verdrehung mit dem zugehörigen Leitelement (22) gekuppelt ist, jedoch individuell um die Querachse (Q) schwenkeinstellbar ist. 20
7. Leitsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Rohrabschnitt (20) des Einlaßkanals (6, 16) zu einer Verdrehung um die Hauptströmungsachse (H) antreibbar ist, und daß die Querachse (Q), um welche die zugehörige Klappe (24) verschwenkbar ist, im Rohrabschnitt festgelegt ist. 25
8. Leitsystem für in die Zylinder (2) einer Brennkraftmaschine einzubringendes Fluid, wobei jeder Zylinder mindestens zwei Einlaßventile (8) aufweist, jedem Einlaßventil ein gesonderter Einlaßkanal (6, 16, 20) für das Fluid zugeordnet ist, in jedem Einlaßkanal ein Leitelement (122) installiert ist, das die Strömung in zwei Teilströme unterteilt, und stromaufwärts von jedem Leitelement eine Klappe (24) vorgesehen ist, die um eine zur Hauptströmungsachse (H) senkrechte Querachse (Q) zum Drosseln eines der beiden Teilströme bis maximal zu dessen vollständiger Absperrung schwenkeinstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die fest in den Einlaßkanälen (6, 16, 20) installierten Leitelemente (122) von einem gemeinsamen Leitblechabschnitt (121) in entgegengesetzte Richtungen spiegelbildlich zueinander in die Einlaßkanäle gebogen sind, wobei der Leitblechabschnitt (121) in einem Sammelkanal (18) angeordnet ist, von dem die Einlaßkanäle (16) abzweigen. 30 35 40 45
9. Leitsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente (122) in zwei Hauptrichtungen räumlich verwunden sind. 50

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 2

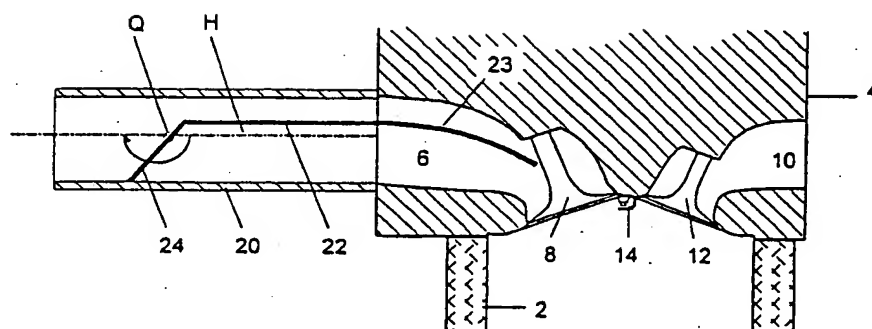


Fig. 1

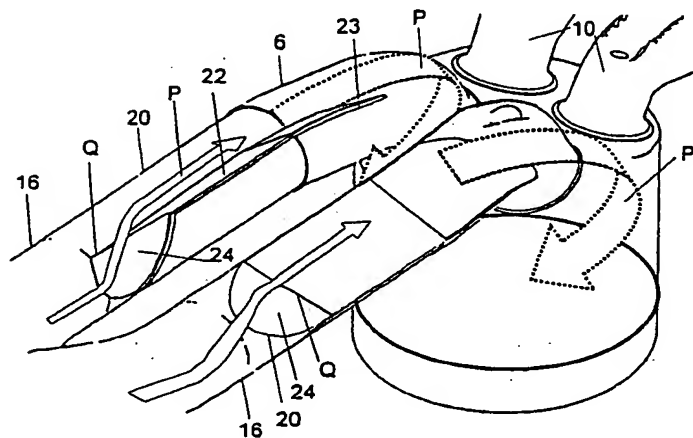


Fig. 3

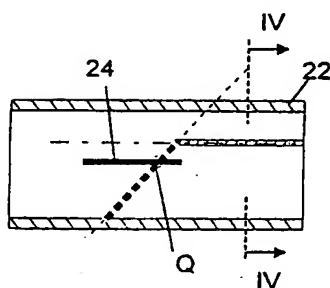


Fig. 4

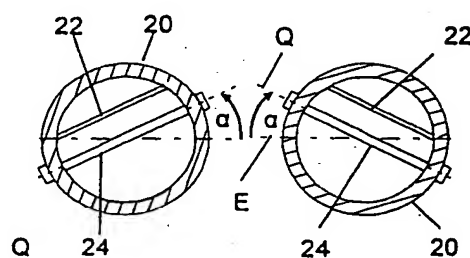


Fig. 5

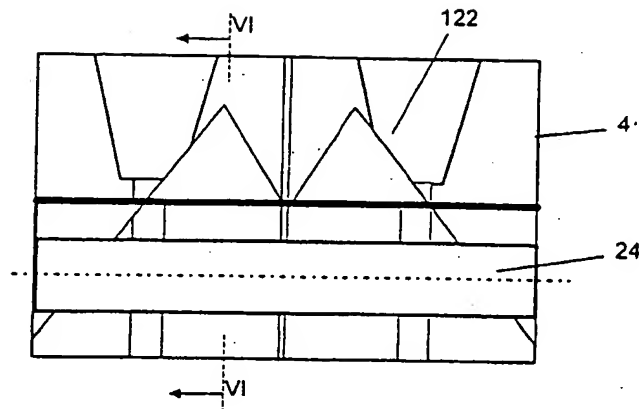


Fig. 6

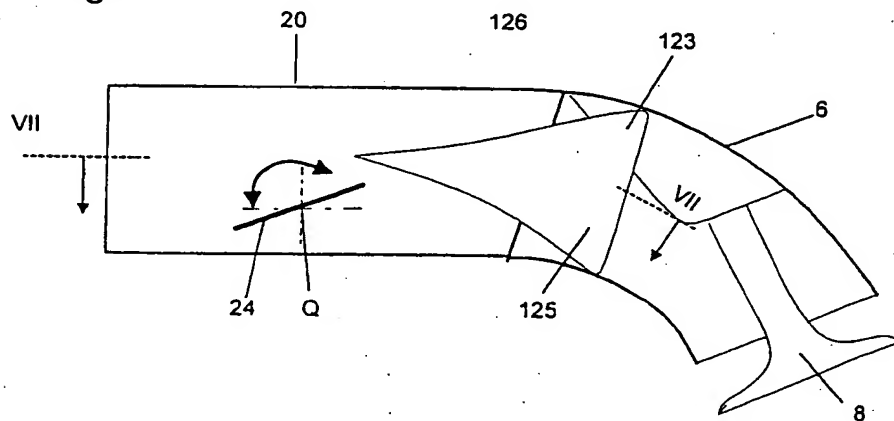


Fig. 7

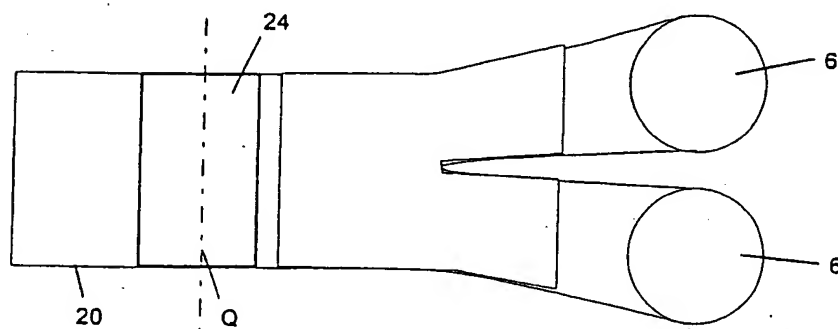


Fig. 8

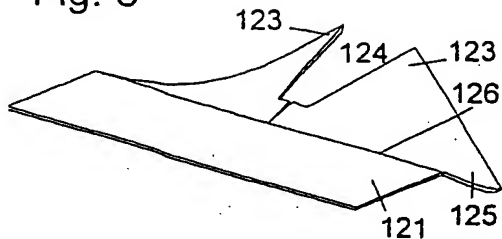


Fig. 9

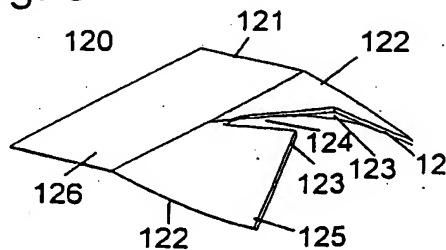


Fig. 10

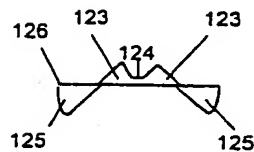
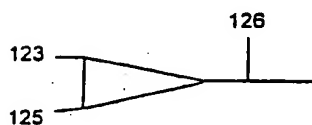
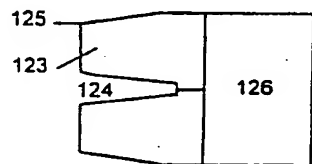


Fig. 12

Fig. 11



120

Fig. 13

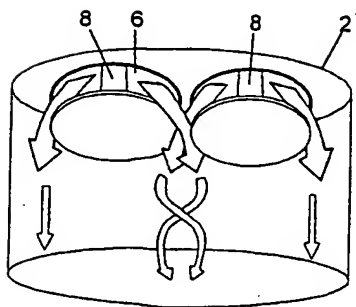


Fig. 14

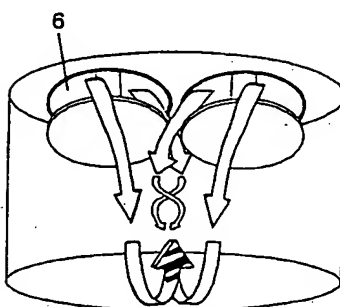


Fig. 15

